

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-065477

(43)Date of publication of application : 07.03.1997

(51)Int.CI.

H04R 1/34
A61B 8/00
G01N 29/06
G01N 29/24
H04R 17/00

(21)Application number : 07-215946

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 24.08.1995

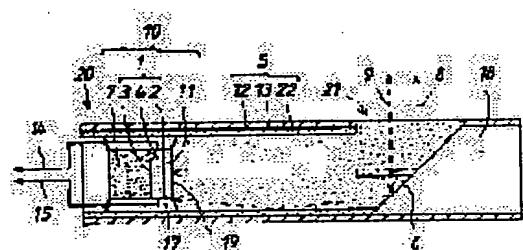
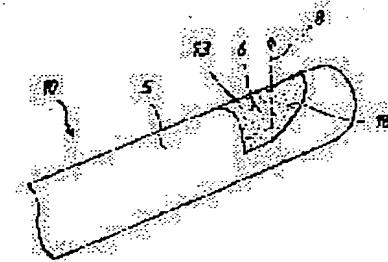
(72)Inventor : SAWADA YUKIHIKO
WAKABAYASHI KATSUHIRO
ADACHI HIDEO
ABE TADASHI
OMURA MASAYOSHI

(54) ULTRASONIC TRANSDUCER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ultrasonic transducer suitable for observation of a close distance and also applicable to observation for a longer distance.

SOLUTION: The ultrasonic transducer 10 is made up of a piezoelectric element 11, an acoustic matching layer 11 and a rear load member 7. A waveguide member 5 is made up of a reflecting member 13, an intermediate layer 22 and a delivery member 12. One end of the reflecting member 13 is fixed to an outer circumferential part of the transducer 10 via a seal member 17 made of a silicone rubber and the other end is fixed integrally with a mirror block 18 to form an ultrasonic probe tip 20 as a whole.



Best Available Copy

特開平9-65477

(43)公開日 平成9年(1997)3月7日

(51)Int.C1. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 R	1/34	330	H 04 R	1/34 330 Y
A 61 B	8/00		A 61 B	8/00
G 01 N	29/06		G 01 N	29/06
	29/24			29/24
H 04 R	17/00	330	H 04 R	17/00 330 Z
審査請求 未請求 請求項の数	4	OL		(全7頁)

(21)出願番号 特願平7-215946

(22)出願日 平成7年(1995)8月24日

(71)出願人 000000376
オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 沢田 之彦
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 若林 勝裕
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 安達 日出夫
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 奈良 武

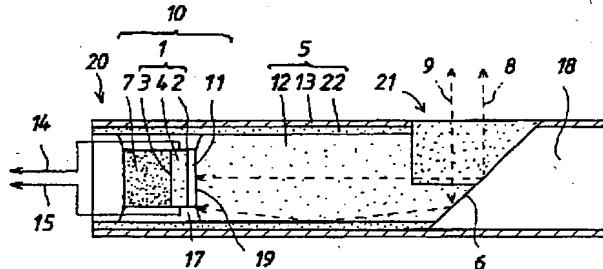
最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波トランスデューサ

(57)【要約】

【課題】 至近距離の観測に適するとともに、より遠距離の観測への適用が可能な超音波トランスデューサを得る。

【解決手段】 超音波トランスデューサ10は、圧電素子1と音響整合層11と背面負荷材7とから構成されている。導波部材5は、反射部材13と中間層22と伝達部材12とから構成されている。反射部材13はその一端がシリコーンゴムからなる封止部材17を介してトランスデューサ10の外周部へ固定されるとともに、その他端にはミラーブロック18が一体に固定され、全体として超音波プローブ先端部20を構成している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子と、該圧電素子の一方の面に形成された音響整合層と、該圧電素子の他方の面に形成された背面負荷材とを基本構成要素とする超音波トランスデューサにおいて、トランスデューサに導波部材を一体的に形成したことを特徴とする超音波トランスデューサ。

【請求項2】 前記導波部材は、 $2 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 以下の低音響インピーダンス且つ低減衰の材料からなる超音波伝達部材の周囲に $10 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 以上の高音響インピーダンスの材質からなる部材を設けるとともに、該高音響インピーダンス部材の内外両面の少なくとも一方に $3 \sim 8 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ の音響インピーダンスを持った部材を設けたことを特徴とする請求項1記載の超音波トランスデューサ。

【請求項3】 前記導波部材は、 $2 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 以下の低音響インピーダンス且つ低減衰の材料からなる部材の周囲に $3 \sim 8 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ の音響インピーダンスの材質からなる部材を設けたことを特徴とする請求項1記載の超音波トランスデューサ。

【請求項4】 前記導波部材は、ミラーやレンズ等からなる音響光学系を一体化するとともに、該音響光学系の外形に導波部材の開口部形状を一致させたことを特徴とする請求項1記載の超音波トランスデューサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、医療用または非破壊検査用の超音波診断装置に用いられる超音波トランスデューサに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、メカニカル駆動方式の超音波プローブとしては、例えば日本超音波医学学会講演論文集(1991年11月、p793)に記載されるものがある。上記超音波プローブは、図9に示すように、超音波プローブ先端部9.1へ超音波トランスデューサ9.2と、超音波トランスデューサ9.2から発信された超音波パルス列により構成される超音波ビームの進行方向を変更する音響ミラー9.3とを両者の保持部材である円筒状のハウジング9.4に実装して構成されている。

【0003】 上記構成の装置は、超音波発振器(図示省略)からパルス電圧を超音波トランスデューサ9.2に印加すると、超音波トランスデューサ9.2から超音波パルスが発信され、音響ミラー9.3で反射された後に超音波プローブ先端部9.1より外部に出力される。観測対象によって反射してきた超音波パルスは音響ミラー9.3によりその向きを変えられ、超音波トランスデューサ9.2に入射する。

【0004】 一般に、この構成の目的は超音波トランスデューサ9.2と音響ミラー9.3との間に超音波パルス伝達区間を設けることにより、超音波ビームと観測対象と

の間に時間間隔をおくことである。この時間間隔により、超音波プローブ先端部9.1直近において反射された超音波パルスを、超音波トランスデューサ9.2に印加された発信パルスが観測装置に及ぼす影響が無くなつた後で受信することが可能となり、至近距離の観測が可能となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従来技術においては以下のような欠点があった。すなわち、超音波プローブの断面積によりトランスデューサの外形が規制されてしまう。また、トランスデューサとミラーとの間の伝達区間で超音波ビームが発散してしまうため、送受信の双方ともミラーでは全ビームを反射することができない。以上の原因により、超音波プローブ全体としてのゲインが低下してしまう。このため、前記従来技術の超音波プローブでは至近距離しか観測を行うことができず、その適用範囲が非常に限られてしまう。

【0006】 請求項1～4の課題は、至近距離の観測に適するとともに、より遠距離の観測が可能な超音波トランスデューサを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明は、圧電素子と、該圧電素子の一方の面に形成された音響整合層と、該圧電素子の他方の面に形成された背面負荷材とを基本構成要素とする超音波トランスデューサにおいて、前記トランスデューサに導波部材を一体的に形成したことを特徴とする超音波トランスデューサである。

【0008】 請求項2の発明は、前記導波部材は $2 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 以下の低音響インピーダンス且つ低減衰の材料からなる超音波伝達部材の周囲に $10 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 以上の高音響インピーダンスの材質からなる部材を設けるとともに、該高音響インピーダンス部材の内外両面の少なくとも一方に $3 \sim 8 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ の音響インピーダンスを持った部材を設けたことを特徴とする請求項1記載の超音波トランスデューサである。

【0009】 請求項3の発明は、前記導波部材は $2 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 以下の低音響インピーダンス且つ低減衰の材料からなる部材の周囲に $3 \sim 8 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ の音響インピーダンスの材質からなる部材を設けたことを特徴とする請求項1記載の超音波トランスデューサである。

【0010】 請求項4の発明は、前記導波部材はミラーやレンズ等からなる音響光学系を一体化するとともに、該音響光学系の外形に導波部材の開口部形状を一致させたことを特徴とする請求項1記載の超音波トランスデューサである。

【0011】 請求項1においては、超音波トランスデューサから発信された超音波が導波部材によって効果的に伝達される。

【0012】 請求項2においては、中間部材によって余剰超音波の透過性が向上する。

【0013】請求項3においては、導波部材の音響インピーダンスを下げることにより余剰超音波の透過性が向上する。

【0014】請求項4においては、音響光学系を高精度で一体化することにより、発信される超音波ビームが成形される。

【0015】

【発明の実施の形態】

(発明の実施の形態1) 図1および図2は本発明の実施の形態を示し、図1は斜視図、図2は横断面図である。超音波トランスデューサ10は、PZT圧電セラミックスの圧電体4の両面に表面電極2および裏面電極3が形成された圧電素子1と、圧電素子1の一方の面へ一体的に形成されてその表面が音響放射面19の音響整合層11と、圧電素子1の他方の面へ一体的に形成された背面負荷材7とから構成されている。前記表面電極2および裏面電極3は、それぞれリード線14, 15と電気的に接続されており、これらのリード線14, 15を経由してパルサ(図示省略)および観測装置(図示省略)と接続されている。

【0016】導波部材5は、その断面積が圧電素子1の面積以上で音響インピーダンスが $4.6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 程度であるステンレス製の円筒状をした反射部材13と、その内面にコーティングされて音響インピーダンスが $4 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 程度であるエポキシ樹脂からなる中間層22と、筒状である反射部材13および中間層22の内部に充填された音響インピーダンスが $1.5 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 程度であるカーテンからなる伝達部材12とから構成されている。反射部材13はその一端がシリコーンゴムからなる封止部材17を介してトランスデューサ10の外周部へ固定されるとともに、その他端には端面に斜面をもつステンレス製の円柱状部材であるミラーブロック18が一体に固定され、全体として超音波プローブ先端部20を構成している。

【0017】ここで、反射部材13のミラーブロック18が固定された端部には開口部21が設けられており、該開口部21の形状はミラーブロック18の斜面と一致している。また、伝達部材12は音響放射面19、ミラーブロック18および反射部材13の内壁に隙間無く完全に密着している。

【0018】超音波トランスデューサ10は回転機構・直動機構等の駆動部材(図示省略)上に実装されている。また、超音波トランスデューサ10の外周はポリエチレン製チューブからなる保護シース(図示省略)に覆われるとともに、該保護シースの内壁と超音波トランスデューサ10の外周との間には超音波媒体(図示省略)が充填されている。

【0019】以上の構成からなる装置は、まずパルサからリード線14, 15を経由して電極2, 3にパルス電圧を印加し、圧電素子1を加振する。圧電素子1の振動

は超音波パルスとなって発信される。この時、背面負荷材7が形成された面はその負荷により振動が抑制されるため、発信された超音波パルスは音響整合層11を経て音響放射面19から伝達部材12にのみ伝達される。

【0020】伝達された超音波パルスは伝達部材12中を伝達されてミラーブロック18の音響反射面6に到達する。この時、超音波パルスのうち、音響放射面19の中央付近から発信されたエネルギー成分8は直接に音響反射面6へ到達し、ここで反射されてその向きを変え、超音波プローブ先端部20の外部に伝送される。

【0021】一方、超音波パルスのうち、音響放射面19の辺縁部から発信されたエネルギー成分9は外側に拡散してゆき、伝達部材12とその周囲に密着して設けられた中間層22との界面に入射する。この時、伝達部材12と中間層22との間の音響インピーダンスの差異および中間層22内壁への超音波パルスのエネルギー成分9の入射角が浅いことにより、入射した超音波パルスのエネルギー成分9の殆どは全反射されながら伝達部材12内を伝達される状態となる。伝達された超音波パルスのエネルギー成分9は、最終的には中央付近から発信されたエネルギー成分8と同様に音響反射面6に到達し、反射されてその向きを変え、超音波プローブ先端部20の外部に伝送される。

【0022】また、中間層22に入射した超音波のうち、一部は反射せずに反射部材13まで到達する。この超音波の更に一部は中間層22と反射部材13との界面において反射されて伝達部材12に戻る。他の部分は、反射部材13内に入射して一部は疎密波のまま、その他の一部は反射部材13上で表面波に変換されるなどした後、外部に放射される。

【0023】超音波プローブ先端部20を駆動機構(図示省略)により駆動することによって、発信された超音波パルス列からなる超音波ビームを任意の経路に沿って走査する。観測対象から反射された超音波パルスは、前記エネルギー成分8, 9と同様な経路を戻り、導波部材5を経て圧電素子1に伝達され、圧電素子1を振動させる。圧電素子1の振動によって発生した電圧はリード線14, 15を経由して観測装置に伝達される。

【0024】本発明の実施の形態によれば、トランスデューサから発信された超音波パルスのエネルギーを効率的に外部へ送信することができると同時に、超音波プローブに入射したエネルギーをトランスデューサによって効率的に受信することができるため、送受信感度が向上する。また、超音波ビームが外部へ伝送されるまでの間に、空気の泡・異物等の介在する危険性のある部分が無いため、常に高信頼性の観測を行うことができる。

【0025】さらに、強反射体である反射部材と伝達部材との間に中間層を設けたことにより、反射部材内部における超音波の乱反射が抑制され、超音波ノイズが減少する。同時に、反射部材の開口部の形状をミラーブロック

クの斜面と同一にしたことにより、導波路内での反射や拡散でミラーブロック外部に拡がった超音波についても観測用超音波として発信することができる。

【0026】尚、本発明の実施の形態では圧電材としてPZTを使用する場合について示したが、本発明はこれに限定するものではなく、PT, PLZT等の圧電セラミックスや、LiNbO₃等の圧電性結晶が使用可能である。また、伝達部材の材質についても同様にカンテンに限定されるものではない。特に、伝達部材を水・生理食塩水・超音波ゼリー・超音波ゲル等の超音波伝達媒体とし、構成において述べた超音波媒体と同一の材質することにより、事実上伝達媒体を省略することも可能である。

【0027】同様に、反射部材の材質についても、チタン・ニッケル・銅合金等の他の金属材料や、アルミナ・マシナブルセラミックス・ジルコニア等のセラミックス材料も使用可能である。その形状についても、本発明の実施の形態のような円筒状の他に、断面を橢円・四角形等の多角形にすること、テーパーを付けること、断面形状を変化させること等が可能である。

【0028】また、中間部材の材質についても、本発明の実施の形態のエポキシ樹脂に限定されるものではなく、反射部材と伝達部材とのそれぞれの音響インピーダンスの中間の音響インピーダンスを持つものであれば使用可能である。例えば、シリコーン系樹脂・フェノール系樹脂・ユリア樹脂・ポリイミド等の熱硬化性樹脂、ポリイミド・ポリアミド・PBT・ポリエチレン等の熱可塑性樹脂、GFRP・CFRP等の繊維強化樹脂等が使用可能である。その形状についても、伝達部材に外接し、反射部材に内接すれば良く、例えば外周は円筒で内周は角筒などとすることも可能である。

【0029】さらに、ミラーブロックの斜面の角度についても45°に限定されるものではなく、超音波ビームの走査方向によって任意の角度に設定可能である。また、斜面を省略し、導波部材による伝達効果のみを利用する構成とすることも容易に行えることは勿論である。

【0030】(発明の実施の形態2) 図3は本発明の実施の形態を示す横断面図である。本発明の実施の形態は、前記発明の実施の形態1における反射部材13の外周面に中間層を設けて構成した点が異なり、他の構成は同一な構成部分から成るもので、同一構成部分には同一番号を付してその説明を省略する。

【0031】本発明の実施の形態の導波部材5は、その断面積が圧電素子1の面積以上であるステンレス製の円筒状の反射部材13と、反射部材13の内外面にコーティングされたエポキシ樹脂からなる中間層22a, 22bと、中間層22a内部に充填されたカンテンからなる伝達部材12とから構成されている。

【0032】上記構成の装置は、内面側の中間層22aに入射した超音波のうち、一部は反射せずに反射部材1

3にまで到達する。この超音波の更に一部は、内面側の中間層22aと反射部材13との界面において反射されて伝達部材12に戻り、他の部分は反射部材13内に入射して外面側の中間層22bを経て外部に放射される。この時、外面側の中間層22bは反射部材13とその周囲の超音波媒体(図示省略)との間の音響整合を果たすため、反射部材13に入射した超音波の外部への放射がより効率的に行われる。

【0033】本発明の実施の形態によれば、前記発明の実施の形態1と同様な効果が得られる。さらに、外面側の中間層により、反射部材からその周囲の超音波媒体への超音波の放射が効果的に行われるため、反射部材から伝達部材に戻る超音波を減少させることができる。これにより、導波部材内の多重反射ノイズを更に減少させることができる。

【0034】(発明の実施の形態3) 図4は本発明の実施の形態を示す横断面図である。本発明の実施の形態は、前記発明の実施の形態1における反射部材13を廃止し、代わりに円筒状の半透過部材23で構成した点が異なり、他の構成は同一な構成部分から成るもので、同一構成部分には同一番号を付してその説明を省略する。

【0035】本発明の実施の形態の導波部材5は、その断面積が圧電素子1の面積以上であるエポキシ樹脂からなる円筒状の半透過部材23と、半透過部材23の内部に充填されたカンテンからなる伝達部材12とから構成されている。

【0036】上記構成の装置は、半透過部材23に入射した超音波パルス成分9の殆どは、反射されながら伝達部材12内を伝達される。半透過部材23に入射した超音波のうち、一部は半透過部材23を経て外部に放射される。この時、半透過部材23はその周囲の超音波媒体(図示省略)との間の音響インピーダンスの差異が小さいため、半透過部材23に入射した超音波の外部への放射がより効率的に行われる。

【0037】本発明の実施の形態によれば、前記発明の実施の形態1と同様な効果が得られる。さらに、半透過部材からその周囲の超音波媒体(図示省略)への超音波の放射が行われるため、該半透過部材から伝達部材に戻る超音波を減少させることができる。これにより、単純な構造で導波部材内の多重反射ノイズを更に減少させることができる。

【0038】(発明の実施の形態4) 図5および図6は本発明の実施の形態を示し、図5は斜視図、図6は横断面図である。本発明の実施の形態は、前記発明の実施の形態1における導波部材5を角筒に形成するとともに導波部材5の開口部21に音響レンズ16を設けて構成した点が異なり、他の構成は同一な構成部分から成るもので、同一構成部分には同一番号を付してその説明を省略する。

50 【0039】本発明の実施の形態では、導波部材5をそ

の断面が4角形の角筒として形成するとともに、その開口部21にシリコーンゴムからなる凸球面形状の音響レンズ16を固定した。導波部材5の端面には音響反射面6が一体に形成されている。ここで、伝達部材12は、前記発明の実施の形態1で示した各部材の他に音響レンズ16とも密着している。

【0040】上記構成の装置は、伝達部材12により伝達された超音波ビームが音響反射面6で反射され、音響レンズ16を通過した後に超音波プローブ先端部20の外部に伝送される。この時、超音波ビームは音響レンズ16により集束された集束ビームとなる。

【0041】本発明の実施の形態によれば、超音波ビームを集束することができるため、より細いビームを得ることが出来る。このため、ビームの進行方向と直交する方向の解像度が高い観測画像を得ることができる。

【0042】尚、本発明の実施の形態においては音響レンズをシリコーンゴムからなる凸球面形状としたが、本発明は材質および形状ともこれに限定するものではない。例えば、形状としては、球面の他に、放物面に代表される非球面や円筒面などが可能である。また、材質としては、ポリエチレンやエポキシ樹脂等が可能である。ここで、レンズ材質の音速が超音波媒体以上である時は凹面とする必要があり、逆の場合は凸面とする必要がある。また、外側を平面として内側を曲面とすること、両面とも曲面とすること等も可能である。

【0043】さらに、レンズにより反射部材の内部である伝達部材を外部から隔離・保護できるので、伝達部材の材質選定の自由度が高まる。例えば、超音波プローブ先端部を覆う前述の超音波媒体とは異なる材質の液体を使用することが可能になる。

【0044】(発明の実施の形態5) 図7は本発明の実施の形態を示す横断面図である。本発明の実施の形態は、前記発明の実施の形態1における導波部材5先端部の内部にシリコーンゴムからなる凸球面音響レンズ16を固定して構成した点が異なり、他の構成は同一な構成部分から成るもので、同一構成部分には同一番号を付し、構成の説明を省略する。

【0045】本発明の実施の形態では、超音波パルスが音響レンズ16により集束された後、音響反射面6に到達して集束された集束ビームとして外部に伝送される。

【0046】本発明の実施の形態によれば、前記発明の実施の形態2に示した構造と比較して以下の利点がある。すなわち、音響レンズの外形を伝達部材の断面形状と同一にすることができる。このため、伝達部材の形状を任意に設定することができ、設計上可能な最大の大きさのトランスデューサを使用することができるため、高ゲイン化が可能となる。

【0047】(発明の実施の形態6) 図8は本発明の実施の形態を示す横断面図である。本発明の実施の形態は、前記発明の実施の形態1におけるミラーブロック1

8に形成された音響反射面6を凹球面に形成した点が異なり、他の構成は同一な構成部分から成るもので、同一構成部分には同一番号を付し、構成の説明を省略する。

【0048】本発明の実施の形態では、伝達部材12により伝達された超音波ビームが音響反射面6で反射された後、超音波プローブ先端部20の外部に発信される。この時、超音波ビームはレンズにより集束された集束ビームと同様な集束ビームとなる。

【0049】本発明の実施の形態によれば、前記発明の実施の形態2および発明の実施の形態5に示した構造と比較して以下の利点がある。すなわち、超音波ビームの集束をミラー反射のみによって行うため、音響レンズと伝達部材および音響レンズとの間における音響インピーダンス不整合による伝達ロスが無くなり、さらに高感度化できる。

【0050】尚、本発明の実施の形態に示したミラーと前記発明の実施の形態2および発明の実施の形態5に示したレンズとを組み合わせることも可能である。この場合、前記のロスが生じるが、ゲインは前記発明の実施の形態2および発明の実施の形態5と同一のレベルを確保できる。

【0051】

【発明の効果】請求項1の発明は、至近距離の観測に適するとともに、より遠距離の観測への適用が可能となり、さらにトランスデューサから発信された超音波が効果的に伝達される構造の超音波トランスデューサを提供できる。

【0052】請求項2の発明は、至近距離の観測に適するとともに、より遠距離の観測への適用が可能となり、さらに超音波ノイズが少ない構造の超音波トランスデューサを提供できる。

【0053】請求項3の発明は、至近距離の観測に適するとともに、より遠距離の観測への適用が可能となり、さらに超音波ノイズが少なく且つ単純な構造の超音波トランスデューサを提供できる。

【0054】請求項4の発明は、至近距離の観測に適するとともに、より遠距離の観測への適用が可能となり、さらに高解像度な超音波トランスデューサを提供できる。

40 【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施の形態1を示す斜視図である。

【図2】発明の実施の形態1を示す横断面図である。

【図3】発明の実施の形態2を示す横断面図である。

【図4】発明の実施の形態3を示す横断面図である。

【図5】発明の実施の形態4を示す斜視図である。

【図6】発明の実施の形態4を示す横断面図である。

【図7】発明の実施の形態5を示す横断面図である。

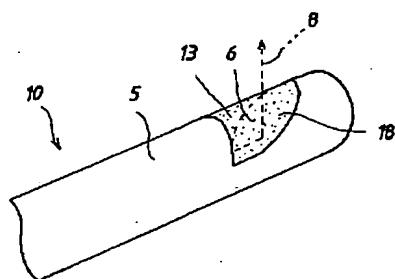
【図8】発明の実施の形態6を示す横断面図である。

【図9】従来例を示す斜視図である。

50 【符号の説明】

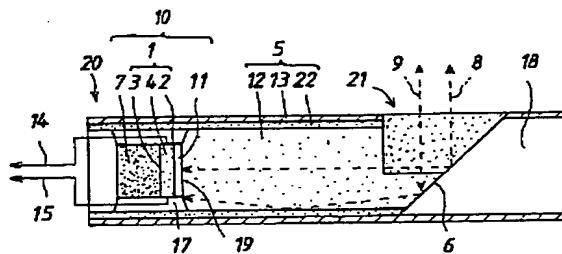
- 1 壓電素子
- 2 表面電極
- 3 裏面電極
- 4 壓電体
- 5 導波部材
- 6 音響反射面
- 7 背面負荷材
- 10 超音波トランスデューサ
- 11 音響整合層
- 12 伝達部材

【図1】

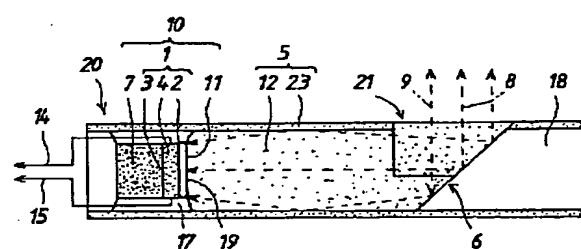


- 13 反射部材
- 14, 15 リード線
- 16 音響レンズ
- 17 封止部材
- 18 ミラーブロック
- 19 音響放射面
- 20 超音波プローブ先端部
- 21 開口部
- 22 中間層
- 10 23 半透過部材

【図2】

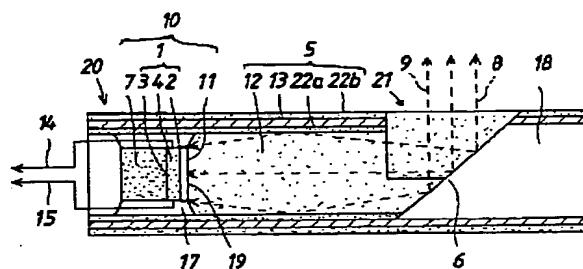


【図4】

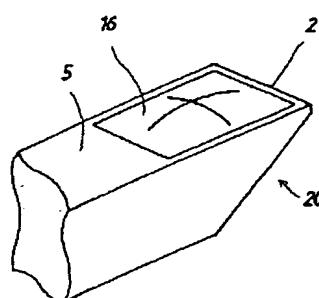


1 壓電素子	11 音響整合層
2 表面電極	12 伝達部材
3 裏面電極	13 反射部材
4 壓電体	14, 15 リード線
5 導波部材	16 音響レンズ
6 音響反射面	17 封止部材
7 背面負荷材	18 ミラーブロック
10 超音波トランスデューサ	

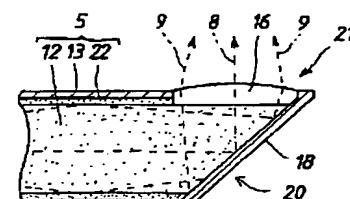
【図3】



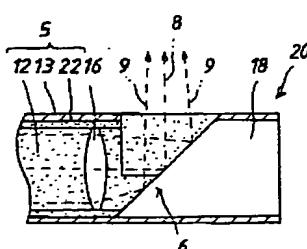
【図5】



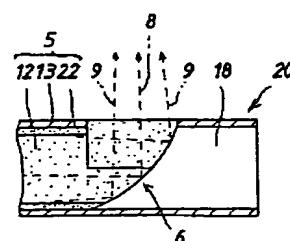
【図6】



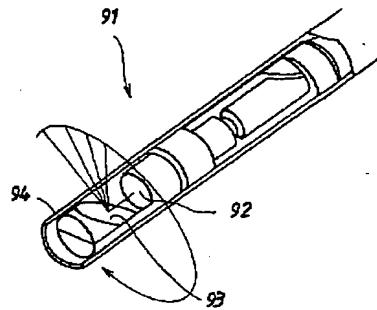
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 阿部 匡志

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 大村 正由

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内